

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-27131

(43) 公開日 平成7年(1995)1月27日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 C 17/02	A	8613-3 J		
C 2 3 C 18/31	F			
18/52	A			
	B			
F 1 6 C 33/12	Z	6814-3 J		

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平6-64274	(71) 出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成6年(1994)4月1日	(71) 出願人	000221937 東北リコー株式会社 宮城県柴田郡柴田町大字中名生字神明堂3番地の1
(31) 優先権主張番号	特願平5-109697	(72) 発明者	鈴木 光夫 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
(32) 優先日	平5(1993)5月12日	(74) 代理人	弁理士 有我 軍一郎
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

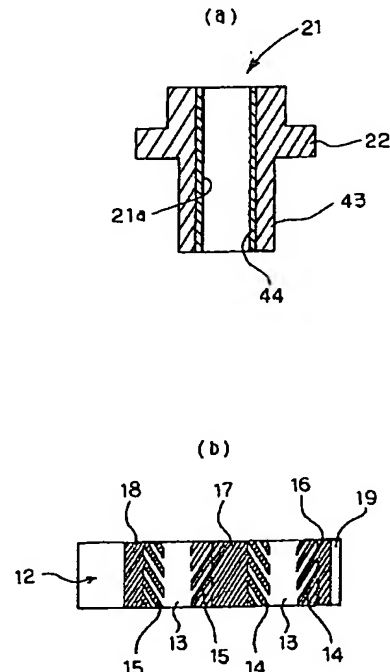
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動圧空気軸受装置およびその動圧発生用溝の作製方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、高速回転機器、例えば、複写機に搭載され高速回転するポリゴンスキャナ等に適用される動圧空気軸受装置およびその動圧発生用溝の作製方法に関し、高精度で高信頼性の動圧発生用溝を有する低コストの動圧空気軸受装置およびその動圧発生用溝の作製方法を提供することを目的とする。

【構成】 円筒状の中空を有する回転軸21と、回転軸21の中空内に挿入されその内周面21aに所定隙間を介して対向する軸受面13を有する固定軸12と、から構成され、固定軸12の軸受面13に動圧を発生させるヘリングボーン溝14、15と、ヘリングボーン溝14、15と同一の溝深さの凹部16～18と、を設け、回転軸21の内周面21aおよび固定軸12の軸受面13の少なくとも接触可能な部位に、接触しても摩耗粉が発生したりかじりが発生しないようニッケルめっき中にPTFEが分散した潤滑性皮膜44（固定軸12には図示していない）を形成したことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、前記回転軸の表面および軸受部材の軸受面の少なくとも接触可能な部位の両面ともに、潤滑性皮膜を形成したことを特徴とする動圧空気軸受装置。

【請求項2】前記潤滑性皮膜は、テフロン、二硫化モリブデン、あるいは窒化ボロンのいずれかの成分からなることを特徴とする請求項1記載の動圧空気軸受装置。

【請求項3】前記動圧発生用溝を形成した回転軸の表面または軸受部材の軸受面に潤滑性を有するめっき皮膜を形成し、他方の回転軸の表面または軸受部材の軸受面に潤滑性を有する陽極酸化膜を形成したことを特徴とする請求項1記載の動圧空気軸受装置。

【請求項4】前記潤滑性を、テフロン、二硫化モリブデン、あるいは窒化ボロンのいずれかの成分により付与したことを特徴とする請求項3記載の動圧空気軸受装置。

【請求項5】回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、前記回転軸の表面および軸受部材の軸受面の少なくとも接触可能な部位の両面ともに、耐摩耗材料を分散しためっき皮膜を形成したことを特徴とする動圧空気軸受装置。

【請求項6】前記耐摩耗材料は、炭化ケイ素あるいはダイヤモンドのいずれかの成分からなることを特徴とする請求項5記載の動圧空気軸受装置。

【請求項7】回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、

前記回転軸または軸受部材の一方を所定径の円柱状に形成し、他方に該円柱状の回転軸または軸受部材を挿入される所定径の円筒状中空を設けた動圧空気軸受装置であって、少なくとも前記回転軸をアルミニウムあるいはアルミニウム合金によって構成し、前記軸受部材の軸受面に対向する該回転軸の表面をステンレス鋼により構成したことを特徴とする動圧空気軸受装置。

【請求項8】回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、

前記回転軸または軸受部材の一方を所定径の円柱状に形成し、他方に該円柱状の回転軸または軸受部材を挿入される所定径の円筒状中空を設けた動圧空気軸受装置であって、

前記動圧発生用溝を形成された前記回転軸の表面あるいは軸受部材の軸受面の挿入先端側あるいは被挿入先端側に、該動圧発生用溝外の径と同一になるよう形成された所定幅の帯面を設けたことを特徴とする動圧空気軸受装置。

【請求項9】回転軸の表面または該表面に所定隙間を介して対向する軸受部材の軸受面に、動圧を発生させる動圧発生用溝を形成する動圧発生用溝の作製方法において、

まず、前記回転軸の表面または軸受部材の軸受面の何れか一方に動圧発生用溝を刻設し、次いで、該動圧発生用溝が刻設された回転軸または軸受部材に所定のめっき処理を施してめっき皮膜を形成し、次いで、該めっき皮膜の表面を表面仕上げすることを特徴とする動圧発生用溝の作製方法。

【請求項10】回転軸の表面または該表面に所定隙間を介して対向する軸受部材の軸受面に、動圧を発生させる動圧発生用溝を形成する動圧発生用溝の作製方法において、

まず、前記回転軸の表面または軸受部材の軸受面の何れか一方の表面に動圧発生用溝と同一形状のマスクを形成し、次いで、該マスクが形成された回転軸または軸受部材に所定の第1めっき処理を施してマスク外に第1めっき皮膜を形成し、次いで、そのマスクを除去した後、所定の第2めっき処理を施して第1めっき皮膜の表面を含む回転軸の表面または軸受部材の軸受面に第2めっき皮膜を形成することを特徴とする動圧発生用溝の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高速回転機器に適用される動圧空気軸受装置およびその動圧発生用溝の作製方法に関し、例えば、複写機に搭載され高速回転するポリゴンスキャナ等に適用される動圧空気軸受装置およびその動圧発生用溝の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、レーザプリンタ、デジタル複写機、デジタルファクシミリ等の記録装置は、高速・高密度化に伴って、レーザビームを走査し光書き込みするポリゴンミラーが搭載されたポリゴンスキャナの高速回転化および高回転精度化の要求が高くなっている。そのため、従来の玉軸受に代り、20,000rpm以上の超高速回転するポリゴンスキャナには動圧空気を発生させることにより非接触支持する動圧空気軸受装置が採用されている。

【0003】従来、回転軸と、この回転軸の表面に所定

隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝（例えば、ヘリングボーン溝）を設けた動圧空気軸受装置が知られている。この種の動圧空気軸受装置は起動・停止時の回転軸と軸受部材の接触、および過大な衝撃が加わったりあるいは輸送時の振動による回転軸と軸受部材の接触によって回転軸がロックしたり焼き付いてしまい回転不能になるという不具合があった。

【0004】このような不具合を解消するため、例えば、特開昭63-235719号公報に記載された動圧空気軸受装置が提案されている。この動圧空気軸受装置（以降、第1従来例という）は、回転軸の表面にニッケルめっきを主成分とした耐摩耗性皮膜を形成し、軸受部材の軸受面にアルマイト皮膜に潤滑性を有する二硫化モリブデンを含浸させた潤滑性皮膜を形成して、起動・停止時の回転軸と軸受部材との接触による摩耗粉の発生を防止して長期にわたり安定した回転状態を維持するようになっている。

【0005】また、回転軸の表面または軸受部材の軸受面の一方にアルマイト皮膜（陽極酸化膜）を全面に形成し、他方に動圧発生用溝と同一形状のマスクを形成した後、アルマイト皮膜を形成して動圧発生用溝を作製することにより表面硬度を向上させた動圧発生軸受装置（以降、第2従来例という）も提案されている。なお、この第2従来例では、回転軸、軸受部材および回転軸に取り付けられるミラーをアルミニウム合金で構成して熱膨張率を同一にすることにより高速回転したときの温度上昇によってアンバランス振動が発生することを防止している。

【0006】また、動圧空気軸受装置の動圧発生用溝の作製方法としては、回転軸または軸受部材にアルミニウムを用いてその回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧発生用溝を形成する場合、アルミニウムの表面硬度は低いいためその表面硬度を向上させる必要がある。また、動圧発生用溝の深さは軸受特性に大きく影響するため精度良く形成する必要がある。そのため、精度良く膜厚制御可能なめっき処理によって所定の膜厚および硬度を有するめっき皮膜を形成して動圧発生用溝を作製する方法がある。この動圧発生用溝の作製方法（以降、第3従来例という）は、まず、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧発生用溝と同一形状のマスクを形成する。次いで、マスクが形成された回転軸または軸受部材に所定のめっき処理を施してそのマスク外に所定膜厚および所定硬度を有するめっき皮膜を形成し、次いで、そのマスクを除去して所定溝深さの動圧発生用溝を形成する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような第1従来例にあつては、回転軸に形成された耐摩耗

性皮膜および軸受部材に形成された潤滑性皮膜によって起動・停止時の摩耗粉の発生を防止することは可能であるが、一方に耐摩耗性皮膜を、他方に潤滑性皮膜を形成するため異種の皮膜を形成する2工程が必要であり、それに伴って設備も増設しなければならずコスト高になってしまうという問題があった。

【0008】また、第2従来例にあつては、回転軸および軸受部材に形成したアルマイト皮膜により表面硬度を向上させることは可能であるが、アルマイト皮膜は微細片が脱落し易いためこのアルマイト皮膜により動圧発生用溝を作製しても、例えばスキヤナ等を組み立てるまでに動圧発生用溝の品質が低下してしまうという問題があった。

【0009】また、第3従来例にあつては、マスク外にめっき皮膜を形成してそのマスクを除去することにより所定膜厚および所定硬度のめっき皮膜により所定溝深さの動圧発生用溝を形成することは可能であるが、マスクを除去することにより動圧発生用溝を形成するためめっき皮膜が形成されている箇所とされていない箇所とが明確に別れた断層となりそのめっき皮膜が剥離し易い。さらに、マスクが除去された箇所はアルミニウムが露出するので、酸化して溝深さを維持することができないという問題があった。

【0010】そこで、本発明は、高精度で高信頼性の動圧発生用溝を有する低コストの動圧空気軸受装置およびその動圧発生用溝の作製方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的達成のため、請求項1記載の発明は、回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、前記回転軸の表面および軸受部材の軸受面の少なくとも接触可能な部位の両面ともに、潤滑性皮膜を形成したことを特徴とするものであり、請求項2記載の発明は、前記潤滑性皮膜は、テフロン、二硫化モリブデン、あるいは窒化ボロンのいずれかの成分からなることを特徴とするものである。

【0012】請求項3記載の発明は、前記動圧発生用溝を形成した回転軸の表面または軸受部材の軸受面に潤滑性を有するめっき皮膜を形成し、他方の回転軸の表面または軸受部材の軸受面に潤滑性を有する陽極酸化膜を形成したことを特徴とするものであり、請求項4記載の発明は、前記潤滑性を、テフロン、二硫化モリブデン、あるいは窒化ボロンのいずれかの成分により付与したことを特徴とするものである。

【0013】また、請求項5記載の発明は、回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸

受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、前記回転軸の表面および軸受部材の軸受面の少なくとも接触可能な部位の両面ともに、耐摩耗材料を分散しためっき皮膜を形成したことを特徴とするものであり、請求項6記載の発明は、前記耐摩耗材料は、炭化ケイ素あるいはダイヤモンドのいずれかの成分からなることを特徴とするものである。

【0014】請求項7記載の発明は、回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、前記回転軸または軸受部材の一方を所定径の円柱状に形成し、他方に該円柱状の回転軸または軸受部材を挿入される所定径の円筒状中空を設けた動圧空気軸受装置であって、少なくとも前記回転軸をアルミニウムあるいはアルミニウム合金によって構成し、前記軸受部材の軸受面に対向する該回転軸の表面をステンレス鋼により構成したことを特徴とするものである。

【0015】さらに、請求項8記載の発明は、回転軸と、該回転軸の表面に所定隙間を介して対向する軸受面を有する軸受部材と、から構成され、回転軸の表面または軸受部材の軸受面に動圧を発生させる動圧発生用溝を設けた動圧空気軸受装置において、前記回転軸または軸受部材の一方を所定径の円柱状に形成し、他方に該円柱状の回転軸または軸受部材を挿入される所定径の円筒状中空を設けた動圧空気軸受装置であって、前記動圧発生用溝を形成された前記回転軸の表面あるいは軸受部材の軸受面の挿入先端側あるいは被挿入先端側に、該動圧発生用溝外の径と同一になるよう形成された所定幅の帯面を設けたことを特徴とするものである。

【0016】また、請求項9記載の発明は、回転軸の表面または該表面に所定隙間を介して対向する軸受部材の軸受面に、動圧を発生させる動圧発生用溝を形成する動圧発生用溝の作製方法において、まず、前記回転軸の表面または軸受部材の軸受面の何れか一方に動圧発生用溝を刻設し、次いで、該動圧発生用溝が刻設された回転軸または軸受部材に所定のめっき処理を施してめっき皮膜を形成し、次いで、該めっき皮膜の表面を表面仕上げすることを特徴とするものである。

【0017】請求項10記載の発明は、回転軸の表面または該表面に所定隙間を介して対向する軸受部材の軸受面に、動圧を発生させる動圧発生用溝を形成する動圧発生用溝の作製方法において、まず、前記回転軸の表面または軸受部材の軸受面の何れか一方の表面に動圧発生用溝と同一形状のマスクを形成し、次いで、該マスクが形成された回転軸または軸受部材に所定の第1めっき処理を施してマスク外に第1めっき皮膜を形成し、次いで、そのマスクを除去した後、所定の第2めっき処理を施して第1めっき皮膜の表面を含む回転軸の表面または軸受

部材の軸受面に第2めっき皮膜を形成することを特徴とするものである。

【0018】

【作用】請求項1または2記載の発明では、回転軸の表面および軸受部材の軸受面の少なくとも接触可能な部位の両面ともに、潤滑性皮膜が形成される。この潤滑性皮膜は、潤滑性を有するテフロン、二硫化モリブデン、あるいは窒化ボロンのいずれかの成分からなる。したがって、回転軸の表面および軸受部材の軸受面間の滑りが向上され、起動・停止時等に回転軸と軸受部材との接触があっても摩耗粉の発生が防止される。また、同一種の潤滑性皮膜が形成されることにより皮膜を形成する設備が共通化される。

【0019】請求項3または4記載の発明では、動圧発生用溝が形成された回転軸または軸受部材にはめっき皮膜が形成され、他方の回転軸または軸受部材に陽極酸化膜が形成される。この潤滑性は、潤滑性を有するテフロン、二硫化モリブデン、あるいは窒化ボロンのいずれかの成分により付与される。したがって、めっき皮膜が形成された回転軸または軸受部材側に動圧発生用溝が設けられるため、動圧発生用溝の品質が低下することがない。

【0020】また、請求項5または6記載の発明では、回転軸の表面および軸受部材の軸受面の少なくとも接触可能な部位の両面ともに、耐摩耗材料が分散されためっき皮膜が形成される。この耐摩耗材料は、耐摩耗性を有する炭化ケイ素あるいはダイヤモンドのいずれかの成分からなる。したがって、回転軸の表面および軸受部材の軸受面間の耐摩耗性が向上され、起動・停止時等に回転軸と軸受部材との接触があっても摩耗粉の発生が防止されるとともに、動圧発生用溝の品質が低下することがない。また、同一種のめっき皮膜が形成されることにより皮膜を形成する設備が共通化される。

【0021】請求項7記載の発明では、少なくとも回転軸がアルミニウムあるいはアルミニウム合金によって構成され、軸受部材の軸受面に対向する回転軸の表面がステンレス鋼により構成される。したがって、回転軸が軽量化されるとともに、ステンレス鋼の特性からかじりが発生しにくされる。また、軸受部材の軸受面が同様にステンレス鋼により構成されたとき、温度上昇による回転軸および軸受部材間の隙間の変化が防止される。

【0022】さらに、請求項8記載の発明では、動圧発生用溝が形成された回転軸の表面あるいは軸受部材の軸受面に溝外の径と同一径に形成された帯面が、その挿入先端側あるいは被挿入先端側に設けられる。したがって、円柱状に形成された回転軸または軸受部材の一方が他方の円筒状中空に挿入される際に、動圧発生用溝が形成されていない回転軸あるいは軸受部材のエッジが動圧発生用溝に衝突することがない。

【0023】また、請求項9記載の発明では、まず、回

回転軸の表面または軸受部材の軸受面の何れか一方に動圧発生用溝が刻設され、次いで、その回転軸または軸受部材に所定のめっき処理が施されてめっき皮膜が形成される。次いで、そのめっき皮膜の表面が表面仕上げされる。したがって、めっき皮膜が形成されている箇所とされていない箇所とに断層となることがなく、また母材が露出することがない。さらに、動圧発生用溝外が表面仕上げされて溝深さが高精度に形成され、エッジ処理される。

【0024】請求項10記載の発明では、まず、回転軸の表面または軸受部材の軸受面の何れか一方の表面に動圧発生用溝と同一形状のマスクが形成され、次いで、その回転軸または軸受部材に所定の第1めっき処理が施されてマスク外に第1めっき皮膜が形成される。次いで、そのマスクを除去した後、所定の第2めっき処理が施されて第1めっき皮膜の表面を含む回転軸の表面または軸受部材の軸受面に第2めっき皮膜が形成される。したがって、めっき皮膜が形成されている箇所とされていない箇所とに断層となることがなく、また母材が露出することがない。また、動圧発生用溝の溝深さがより高精度に形成される。さらに、動圧発生用溝を作製する設備とめっき処理の設備が共通化される。

【0025】

【実施例】以下、本発明を図面に基いて説明する。図1は本発明に係る動圧空気軸受装置の第1実施例を適用したポリゴンミラーの全体構成を示す断面図であり、図2はその第1実施例を示す図である。なお、本実施例は請求項1、2、8、または9のいずれかに記載の発明に対応する。

【0026】図1および図2において、11はハウジングであり、ハウジング11の中央部には固定軸12（軸受部材）が垂直に嵌入・固定（例えば、焼き嵌めにより固定）されている。この固定軸12の外周にはラジアル軸受面13が設けられており、ラジアル軸受面13（以下、単に軸受面13ともいう）にはそれぞれ深さ数 μm のヘリングボーン溝14、15（動圧発生用溝）が周方向等間隔に各一対形成され、またヘリングボーン溝14、15と略同一の深さの凹部16～18が形成されている。また、軸受面13は円筒状中空を有する回転軸21の内周面21a（表面）に対向しており、固定軸12の軸受面13と回転軸21の内周面21aとが所定の軸受隙間を隔てることにより、固定軸12に対し回転軸21が回転可能になっている。すなわち、固定軸12および回転軸21は動圧空気軸受装置を構成している。

【0027】回転軸21の上部には、ミラー受けフランジ22が形成され、ミラー押え23によりポリゴンミラー25が取り付けられている。ポリゴンミラー25は回転軸21の上部外周面21bに嵌合しており、回転軸21の上部に螺合するボルト24がミラー押え23を介してこのポリゴンミラー25をフランジ22に押し付けている。また、ミラー押え23はその中心部にアキシアル磁気軸受30を構成するマグネ

ット32を保持するとともに、アキシアル磁気軸受30に所定のダンピング特性を付与する上下振動減衰用の連通穴34をポリゴンミラー25との間で形成している。また、ミラー押え23の上部には回転時の不釣合修正用のバランス修正溝23aが形成されている。

【0028】アキシアル磁気軸受30は、固定軸12の軸線上で互いに向い合う面を同極にして反発し合う3つのマグネット31、32、33からなり、マグネット31がマグネット32の上方で上ケース35に装着され、マグネット33が固定軸12の上端に固定されることによって、回転軸21、ミラー押え23、ポリゴンミラー25およびマグネット32が固定軸12から常に上方に浮上するように付勢され、非接触で支持されている。

【0029】36は、ポリゴンミラー25を駆動する面对向型のモータである。このモータ36は、回転軸21に固定されたロータマグネット組立体37と、その下面に対向するステータコイル部38と、ホール素子（図示していない）とを有しており、ロータマグネット組立体37はロータマグネット37aをヨークを兼ねたロータフランジ37bによって回転軸21に一体的に実装したモータ構成部となっている。このモータ組立体37はミラー押え23およびポリゴンミラー25とともに回転軸21に取り付けられることによって回転体20を構成している。また、ロータマグネット37aには不釣合修正用のバランス修正溝37cが形成されており、回転体20が回転したときミラー押え23に形成されたバランス修正溝23aとともに不釣合いによる振動を小さくして数 mg 以下の不釣合い量にするようになっている。このモータ36はステータコイル部38が所定の励磁方式で励磁されてロータマグネット組立体37を回転させ、回転軸21およびポリゴンミラー25（回転体20）を回転させることができる。そして、ポリゴンミラー25の回転時には、固定軸12の軸受面13に形成されたヘリングボーン溝14、15および凹部16～18内（図2（b）に示すハッチング部）の空気が回転軸21の回転方向に押し込まれながら固定軸12と回転軸21の間の前記軸受隙間内にかき出されて動圧を発生し、この動圧が所定圧になると、固定軸12から回転軸21が完全に浮上（半径方向）して、非接触となり高速回転可能な状態となる。

【0030】また、回転軸21は、図2（a）に示すように、回転体20が回転したときの耐振性の向上、加工・組立性の改善、および回転体のバランスの安定化を図るため軽量かつ非磁性のアルミニウムあるいはアルミニウム合金により母材43を構成している。また、この回転軸21の内周面21aには固定軸12の軸受面13に接触しても摩耗粉が発生したりかじりが発生しないよう滑りを良くするためにニッケルめっき中にPTFE（テフロン粒子）が分散した潤滑性皮膜44（めっき皮膜）を形成している。

【0031】また、固定軸12はアルミニウムまたはアルミニウム合金により構成しており、図2（b）に示すように、軸受面13にはヘリングボーン溝14、15、凹部16～

18および凹部16よりも上方となる上端部側に軸受面13と同一径の所定幅を有する帯面19が形成されている。この固定軸12の帯面19は回転軸21を中空内に挿入する際にスムーズな嵌挿を可能にして回転軸21のエッジがヘリングボーン溝14、15等に衝突して傷つけてしまったり摩耗粉を発生させないようにしている。また、この固定軸12の軸受面13には図示していないが、回転軸21の内周面21aに形成した潤滑性皮膜44と同様の工程によって潤滑性皮膜を形成するとともに外径・表面仕上げすることにより回転軸21の内周面21aと固定軸12の軸受面13とが接触しても摩耗粉が発生したりかじりが発生しないようになっている。

【0032】この固定軸12は、まず所定形状に切削（又は研削）加工した後、ヘリングボーン溝14、15および凹部16～18を公知のエッチングや転造等によって刻設し、次いで、公知の無電解ニッケルめっき液内に前記PTFEを分散させためっき浴中に回転軸12を浸して所定の複合めっき処理を行なってニッケルめっき内にPTFEが分散した前記潤滑性皮膜を形成する。なお、潤滑性を有する潤滑剤としてはPTFEの他に、二硫化モリブデン（ MoS_2 ）あるいは窒化ボロン（BN）が好適である。次いで、前記潤滑性皮膜が形成された固定軸12の外径仕上げしてヘリングボーン溝14、15の溝深さを確保した後、バレルまたはバフ加工することによりヘリングボーン溝14、15等のバリを除去するとともにエッジを丸めてさらに摩耗粉が発生したりかじりが発生しないようにする。なお、回転軸21の潤滑性皮膜44も同様な工程によって形成される。

【0033】このように本実施例では、回転軸21の内周面21aおよび固定軸12の軸受面13に前記PTFE等が分散された潤滑性皮膜44および前記潤滑性皮膜が形成されるため、内周面21および軸受面13間の滑りが向上され回転体20の起動・停止時等に回転軸21と固定軸12との接触があっても摩耗粉が発生することがなくかじりの発生が防止される。

【0034】また、固定軸12の上端部側に軸受面13と同一径に形成され表面仕上げされた帯面19が形成されるため、固定軸12の軸受面13と回転軸21の内周面21aが擦れても摩耗粉の発生がなく、組み立てる際や回転軸21が衝撃等によって移動したときに固定軸12のヘリングボーン溝14、15等に回転軸21のエッジが衝突して傷つけてしまったり摩耗粉が発生することが防止される。

【0035】また、ヘリングボーン溝14、15をめっきを施した後、転造によって刻設するとめっき皮膜に断層が発生して加工困難となり、エッチングにより刻設する場合でもそのめっき皮膜をヘリングボーン溝14、15の深さ以上の厚さとなるよう処理しなければならずコスト高になってしまいが、ヘリングボーン溝14、15が刻設された後、前記潤滑性皮膜をヘリングボーン溝14、15等を含む軸受面13に膜厚調整の容易な無電解ニッケルめっきによ

り形成されるので、容易に高精度に形成されて、その皮膜が形成されている箇所とされていない箇所の断層となることが防止され剥離が防止される。また母材43が露出することが防止され酸化が防止されてヘリングボーン溝14、15等の溝深さが変化してしまうことが防止される。

【0036】したがって、高精度で高信頼性の動圧空気軸受装置を低コストに作製することができる。次に、図3は本発明に係る動圧空気軸受装置の第2実施例の要部を示す断面図であり、本実施例は請求項1～4、8、または9のいずれかに記載の発明に対応する。なお、上述実施例と同様の構成には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0037】同図において、51は母材43からなる回転軸であり、固定軸12とともに動圧空気軸受装置を構成しており、上述第1実施例で説明したスキュナに適用される。この回転軸51にはモータ組立体37、ミラー押え23およびポリゴンミラー25が取り付けられて回転体20を構成している。この回転軸51は、固定軸12を円筒状中空内に挿入され軸受面13に対向する内周面51a（表面）に公知の陽極酸化処理を施すことにより多孔質のアルマイト皮膜（陽極酸化膜）を形成した後、前記PTFEを含浸させて潤滑性皮膜54を形成して滑りを良くすることにより固定軸12の軸受面13に接触しても摩耗粉が発生したりかじりが発生しないようになっている。

【0038】本実施例では、上述第1実施例と同様の作用効果が得られるとともに、凹凸のない回転軸51の内周面51aに陽極酸化膜からなる潤滑性皮膜54が形成されるため、アルマイト皮膜の微細片が脱落してヘリングボーン溝14、15内に詰まって回転軸21がロックしてしまったり、ヘリングボーン溝14、15の品質が低下してしまうことがない。

【0039】次に、図4は本発明に係る動圧空気軸受装置の第3実施例の要部を示す断面図であり、本実施例は請求項7～9のいずれかに記載の発明に対応する。なお、上述実施例と同様の構成には同一の符号を付してその説明を省略する。同図において、61は母材43からなる回転軸、62はステンレス鋼からなる固定軸（軸受部材）であり、回転軸61および固定軸62は動圧空気軸受装置を構成しており、上述第1実施例で説明したスキュナに適用される。

【0040】固定軸62は、ハウジング11の中央部に垂直に嵌入・固定されており、軸受面13にはヘリングボーン溝14、15、凹部16～18、および帯面19が形成され、固定軸62の上端にはマグネット33が固定されている。この固定軸62は、第1実施例と同様に前記潤滑性皮膜が形成され外径・表面仕上げが施されている。また、回転軸61はモータ組立体37、ミラー押え23およびポリゴンミラー25が取り付けられて回転体20を構成している。

【0041】この回転軸61は、固定軸62を円筒状中空内に挿入され軸受面13に対向する内周面51a（表面）に、

かじりが発生し難い所定厚さのステンレス鋼からなるパイプ64が例えば焼き嵌め等によって固着されている。この回転軸61はアルミニウムあるいはアルミニウム合金からなる母材43により構成するとともにその内周面61aをパイプ64で構成することによって回転軸21を軽量化するとともにかじりを防止するようになっている。

【0042】本実施例では、上述第1実施例と同様の作用効果が得られるとともに、前記軸受隙間を形成する固定軸62および回転軸61の内周面61aを同一材料によって構成することにより高速回転等によって温度上昇しても前記軸受隙間が変化することがなく、安定した回転が得られる。次に、図5は本発明に係る動圧空気軸受装置の第4実施例を示す図であり、(a)はその回転軸を示す断面図、(b)はその軸受部材を示す平面図である。なお、本実施例は請求項1、2、5、6、8、または9のいずれかに記載の発明に対応する。また、上述実施例と同様の構成には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0043】同図において、71は母材43からなる回転軸、72はアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる固定軸（軸受部材）であり、回転軸71および固定軸72は動圧空気軸受装置を構成しており、上述第1実施例で説明したスキナに適用される。固定軸72は、ハウジング11の中央部に垂直に嵌入・固定されており、軸受面13にはヘリングボーン溝14、15、凹部16~18、および帯面19が形成されている。また、固定軸72の上端にはマグネット33が固定されている。また、回転軸71はモータ組立体37、ミラー押え23およびポリゴンミラー25が取り付けられて回転体20を構成している。

【0044】この回転軸71の内周面71（表面）aおよび固定軸72のヘリングボーン溝14、15等を含む軸受面13には、公知の無電解ニッケルめっき液中にSiC（炭化ケイ素）を分散させためっき浴内に浸して所定の複合めっき処理を行なってニッケルめっき中にSiCが分散した耐摩耗性皮膜74（回転軸71にのみ図示）が形成されている。この耐摩耗性皮膜74により回転軸21の内周面21aおよび固定軸12の軸受面13の接触による摩耗粉の発生を防止し、かつ、かじりを防止するようになっている。なお、耐摩耗性を有する耐摩耗材料としてはSiCの他に、ダイヤモンドが好適である。そして、特に、固定軸72はバレルまたはバフ加工することにより外径・表面仕上げしてヘリングボーン溝14、15の溝深さを確保しバリを除去するとともにエッジを丸めてかじりが生じないようにする。

【0045】本実施例では、上述第1実施例と同様の作用効果が得られる。次に、図6は請求項10記載の発明に係る動圧発生用溝の作製方法の一実施例を説明する工程図であり、同図にはその一実施例により作製された本発明に係る動圧空気軸受装置の第5実施例の要部の一部断面図を示している。なお、本実施例では上述実施例と

同様の構成には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0046】同図において、82はアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる母材83により構成された固定軸（軸受部材）であり、固定軸82は回転軸21とともに動圧空気軸受装置を構成しており、上述第1実施例で説明したスキナに適用される。固定軸82は、ハウジング11の中央部に垂直に嵌入・固定されており、軸受面13にはヘリングボーン溝14、15、凹部16~18、および帯面19が形成されている。また、固定軸82の上端にはマグネット33が固定されている。

【0047】この固定軸82は、まず円柱形状に切削（又は研削）加工し、次いで、固定軸82の軸受面13に形成するヘリングボーン溝14、15および凹部16~18に相当する箇所公知のバターンニングにより同一形状のマスク85を形成する。次いで、公知の無電解ニッケルめっき液中に前記PTFEを分散させためっき浴内に固定軸82を浸して所定の複合めっき処理（第1めっき処理）を行なってニッケルめっき中に前記PTFEが分散した潤滑性皮膜84a（第1めっき皮膜）をマスク85が形成されていない母材83表面に形成する。次いで、マスク85を除去した後、前記めっき浴内に固定軸82を再度浸して同様の複合めっき処理（第2めっき処理）を行なって潤滑性皮膜84aと同質の潤滑性皮膜84b（第2めっき皮膜）を潤滑性皮膜84a表面およびマスク85が除去された母材83表面に形成する。次いで、潤滑性皮膜84bの外径仕上げしてヘリングボーン溝14、15の溝深さを確保した後、バレルまたはバフ加工することによりヘリングボーン溝14、15等のバリを除去するとともにエッジを丸めてさらに摩耗粉が発生したりかじりが発生しないようにする。

【0048】なお、潤滑性皮膜84a、84bは前記PTFEに換え、二硫化モリブデンあるいは窒化ボロンを前記めっき液中に分散させ形成してもよい。また、潤滑性皮膜84aは潤滑剤を分散させずに単一の無電解ニッケルめっきにより形成してもよい。また、SiCやダイヤモンドを分散させ耐摩耗性皮膜を形成してもよい。本実施例では、上述第1実施例の作用効果に加え、潤滑性皮膜84a、84bを同一の無電解めっき処理により形成するので、ヘリングボーン溝14、15および凹部16~18の作製および母材83の酸化防止を同時に行なうことができ、低コスト化される。また、ヘリングボーン溝14、15等が膜厚調整の容易な無電解ニッケルめっきにより形成されるため、より高精度な溝深さに形成され、軸受特性がより向上される。

【0049】なお、上述実施例では、円柱状に形成された固定された軸受部材に動圧発生用溝を形成した動圧空気軸受装置の説明したが、動圧発生用溝を回転軸の内周面に形成したり、円柱状に形成した回転軸にその動圧発生用溝を作製した動圧空気軸受装置に適用可能であること

らなる動圧空気軸受装置のみではなく、円柱の端面に動圧発生用溝を形成した動圧空気軸受装置に適用可能であることはいうまでもない。

【0050】

【発明の効果】請求項1～6記載の発明によれば、回転軸の表面および軸受部材の軸受面の少なくとも接触可能な部位に潤滑性皮膜あるいは耐摩耗材料が分散されためっき皮膜からなる耐摩耗皮膜を形成するので、起動・停止時等に回転軸と軸受部材との接触があっても摩耗粉の発生を防止することができ、ロックしてしまうことを防止できる。また、同一種の潤滑性皮膜あるいは耐摩耗皮膜を形成することにより皮膜を形成する設備を共通化して低コストに潤滑性皮膜あるいは耐摩耗皮膜を形成することができる。その結果、高信頼性の低コストな動圧空気軸受装置を提供することができる。

【0051】請求項3記載の発明によれば、動圧発生用溝が形成された回転軸または軸受部材にはめっき皮膜を形成し、他方の回転軸または軸受部材に陽極酸化膜を形成するので、動圧発生用溝の品質を低下させることなく潤滑性皮膜を陽極酸化膜によって形成することができる。請求項7記載の発明によれば、少なくとも回転軸をアルミニウムあるいはアルミニウム合金によって構成するとともに、その軸受部材の軸受面に対向する表面をステンレス鋼により構成するので、回転軸を軽量化することができるとともに、ステンレス鋼の特性によりかじりの発生を防止することができる。また、軸受部材の軸受面を同様にステンレス鋼により構成することによって温度上昇による回転軸および軸受部材間の隙間の変化を防止することができ、軸受特性を安定化することができる。

【0052】さらに、請求項8記載の発明によれば、動圧発生用溝が形成された回転軸の表面あるいは軸受部材の軸受面にその溝外の径と同一径の帯面を、その挿入先端側あるいは被挿入先端側に設けるので、動圧発生用溝に回転軸あるいは軸受部材のエッジが衝突することがない。したがって、その衝突によって発生する傷等によってロックしてしまうことを防止することができる。

【0053】また、請求項9記載の発明によれば、動圧発生用溝を刻設した後、めっき皮膜を形成するので、めっき皮膜が形成されている箇所とされていない箇所とに断層となることなく、めっき皮膜の剥離を防止することができる。また、母材が露出することがないので、酸化を防止することができ、溝深さを維持することができる。さらに、まず動圧発生用溝を刻設するのでエッチングや転造によって容易に形成することができ、めっき皮膜を形成した後に動圧発生用溝外を表面仕上げするので、溝深さがばらついていたり設定から外れていても溝

深さを高精度に形成することができ、併せてエッジ処理することができる。

【0054】請求項10記載の発明によれば、まず、動圧発生用溝と同一形状のマスクを形成してそのマスク外に第1めっき皮膜を形成し、マスクを除去した後、第1めっき皮膜の表面を含む回転軸の表面または軸受部材の軸受面に第2めっき皮膜を形成するので、めっき皮膜の剥離防止および溝深さを維持することができる。また、動圧発生用溝の溝深さをより高精度に形成することができる。また、動圧発生用溝を作製する設備とめっき処理の設備を共通化することができ、より低コストに動圧発生用溝を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る動圧空気軸受装置の第1実施例を適用したポリゴンスキャナの全体構成を示す断面図である。

【図2】その第1実施例を示す図であり、(a)はその回転軸を示す断面図、(b)はその軸受部材を示す平面図である。

【図3】本発明に係る動圧空気軸受装置の第2実施例の要部を示す断面図である。

【図4】本発明に係る動圧空気軸受装置の第3実施例を示す図であり、(a)はその回転軸を示す断面図、(b)はその軸受部材を示す平面図である。

【図5】本発明に係る動圧空気軸受装置の第4実施例を示す図であり、(a)はその回転軸を示す断面図、(b)はその軸受部材を示す平面図である。

【図6】請求項10記載の発明に係る動圧発生用溝の作製方法の一実施例を説明する工程図である。

【符号の説明】

12、72、82 固定軸（軸受部材、アルミニウムあるいはアルミニウム合金）

13 軸受面

14、15 ヘリングボーン溝（動圧発生用溝）

19 帯面

21、51、61、71 回転軸

21a、51a、61a、71a 内周面（表面）

43、83 母材（アルミニウムあるいはアルミニウム合金）

44 潤滑性皮膜（めっき皮膜）

54 潤滑性皮膜（陽極酸化膜）

62 固定軸（軸受部材、ステンレス鋼）

64 バイブ（ステンレス鋼）

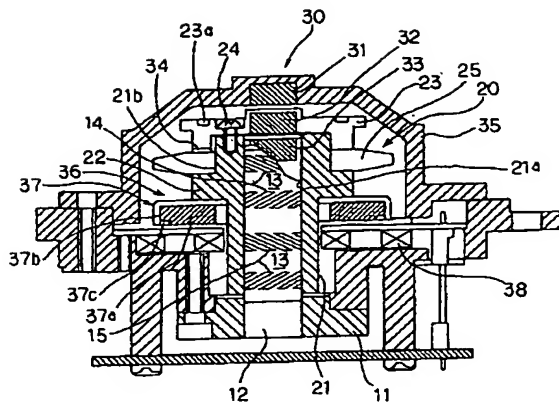
74 耐摩耗性皮膜

84a 潤滑性皮膜（第1めっき皮膜）

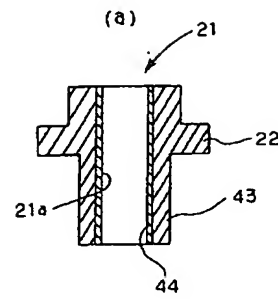
84b 潤滑性皮膜（第2めっき皮膜）

85 マスク

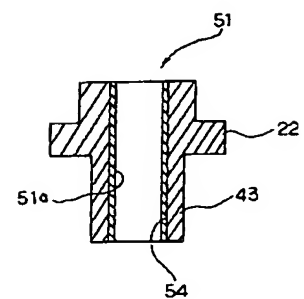
【図1】



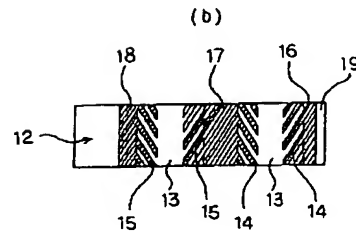
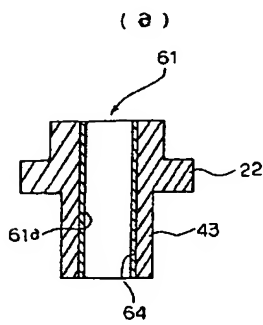
【図2】



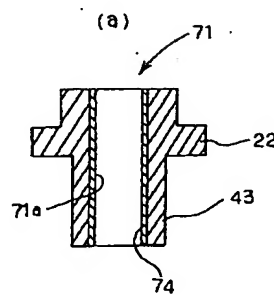
【図3】



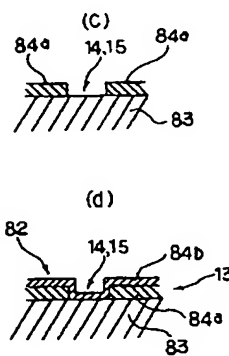
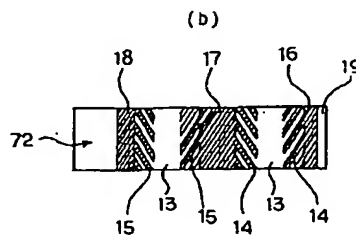
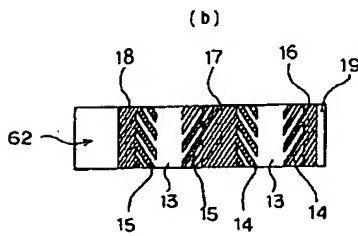
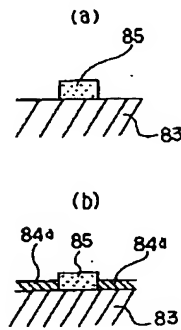
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 2			

(72)発明者 伊丹 幸男
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
会社リコー内

(72)発明者 池田 邦夫
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
会社リコー内

(72)発明者 工藤 譲
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
会社リコー内

(72)発明者 安部 隆雄
宮城県柴田郡柴田町大字中名生字神明堂 3
番地 1 東北リコー株式会社内

(72)発明者 高橋 由博
宮城県柴田郡柴田町大字中名生字神明堂 3
番地 1 東北リコー株式会社内